

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-55004

(P2002-55004A)

(43) 公開日 平成14年2月20日 (2002.2.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム(参考)
G 0 1 L 5/00	1 0 1	G 0 1 L 5/00	1 0 1 Z 2 F 0 5 1
		5/16	5 E 0 3 0
H 0 1 C 10/10		H 0 1 C 10/10	A

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-245227(P2000-245227)

(22) 出願日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(71) 出願人 000111085

ニッタ株式会社

大阪市浪速区桜川4丁目4番26号

(72) 発明者 森本 英夫

奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式
会社奈良工場内

(74) 代理人 100072213

弁理士 辻本 一義

Fターム(参考) 2F051 AA21 AB06 AC01 DA02

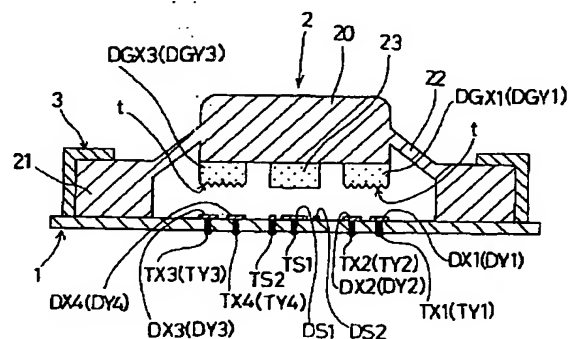
5E030 AA20 BA29 CC09 CD06

(54) 【発明の名称】 力検出装置

(57) 【要約】

【課題】 安価で且つ薄型の力検出装置を提供すること。

【解決手段】 基板1と操作部2との間に所定の角度間隔で可変抵抗器を介在させ、各可変抵抗器の抵抗値の変化を検出することにより、操作部2に作用した力の大きさと方向、又は力の分布が測定できる力検出装置であって、各可変抵抗器は、基板1又は操作部2のうち一方に設けられた一対の導電ランドと、他方に設けられた導電性のゴム又はエラストマーより成る接触抵抗発生板とから構成されていると共に、前記接触抵抗発生板における一対の導電ランドとの対向面には多数の微小突起tを形成してあり、前記接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべく操作部2に力が加えられたときには、その力に応じて微小突起tが押し潰されて接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触面積が大きくなり、これに伴って一対の導電ランド間の抵抗が小さくなるようにしてある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と操作部との間に所定の角度間隔で可変抵抗器を介在させ、各可変抵抗器の抵抗値の変化を検出することにより、操作部に作用した力の大きさと方向、又は力の分布が測定できる力検出装置であって、各可変抵抗器は、基板又は操作部のうち一方に設けられた一対の導電ランドと、他方に設けられた導電性のゴム又はエラストマーより成る接触抵抗発生板とから構成されていると共に、前記接触抵抗発生板における一対の導電ランドとの対向面には多数の微小突起を形成してあり、前記接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべく操作部に力が加えられたときには、その力に応じて微小突起が押し潰されて接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触面積が大きくなり、これに伴って一対の導電ランド間の抵抗が小さくなるようにしてあることを特徴とする力検出装置。

【請求項2】 基板と操作部との間に所定の角度間隔で可変抵抗器を介在させ、各可変抵抗器の抵抗値の変化を検出することにより、操作部に作用した力の大きさと方向、又は力の分布が測定できる力検出装置であって、各可変抵抗器は、基板又は操作部のうち一方に設けられた一対の導電ランドと、他方に設けられており且つ導電性インク又は導電性塗料を付着した多数の微小突起を有した非導電性ゴム又は非導電性エラストマー製の接触抵抗発生板とから構成されており、前記接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべく操作部に力が加えられたときには、その力に応じて微小突起が押し潰されて接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触面積が大きくなり、これに伴って一対の導電ランド間の抵抗が小さくなるようにしてあることを特徴とする力検出装置。

【請求項3】 可変抵抗器は180°間隔で基板と操作部との間に設けられていることを特徴とする請求項1又は2記載の力検出装置。

【請求項4】 可変抵抗器は90°間隔で基板と操作部との間に設けられており、前記可変抵抗器の抵抗値の変化により、操作部に作用したX-Y軸方向の力の大きさと方向、又は力の分布が測定できるようにしてあることを特徴とする請求項1又は2記載の力検出装置。

【請求項5】 操作部に力が作用していない場合には、一対の導電ランドと接触抵抗発生板とが分離しており、一対の導電ランド相互間の抵抗が無限大となっていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の力検出装置。

【請求項6】 可変抵抗器相互間の中央において、基板に同心円状の二つの導電ランドを設けてスイッチ端子とし、他方、操作部のボタン部に導電ゴム面、導電エラストマー面、導電性インク面又は導電性塗料面を有するスイッチ接点となるスイッチ板を固着し、接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべくボタン部に力が加えられたときには、スイッチ板が同心円状の二つの導

電ランドと接するようになり、二つの導電ランド相互間が開閉となることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の力検出装置。

【請求項7】 可変抵抗器を構成する接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの距離と、スイッチ板と同心円状の二つの導電ランドとの距離とを相違させ、接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触タイミングと、スイッチ板と同心円状の二つの導電ランドとの接触タイミングをずらしてあることを特徴とする請求項6記載の力検出装置。

【請求項8】 操作した場合に、手にクリック感を伝えることができるようにしたことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の力検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、力検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】力検出装置としては、例えば、図14に示すように、操作軸90である四角柱の四つの側面に歪みゲージ91を貼り付けと共に、X-Y軸方向の力を検出する。前記歪みゲージ91を含めたブリッジ回路を構成し、X-Y軸方向に働く力の大きさ及び方向を検出するものがある。

【0003】しかしながら、この力検出装置では、図14に示すように、操作軸90の存在により薄型が困難であり、コスト高であるという問題がある。

【0004】したがって、この種の力検出装置を取り扱う業界では、安価で且つ薄型の力検出装置が開発されることを待ち望んでいる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこで、この発明では、安価で且つ薄型の力検出装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】（請求項1記載の発明）この発明の力検出装置は、基板と操作部との間に所定の角度間隔で可変抵抗器を介在させ、各可変抵抗器の抵抗値の変化を検出することにより、操作部に作用した力の大きさと方向、又は力の分布が測定できる力検出装置であって、各可変抵抗器は、基板又は操作部のうち一方に設けられた一対の導電ランドと、他方に設けられた導電性のゴム又はエラストマーより成る接触抵抗発生板とから構成されていると共に、前記接触抵抗発生板における一対の導電ランドとの対向面には多数の微小突起を形成してあり、前記接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべく操作部に力が加えられたときには、その力に応じて微小突起が押し潰されて接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触面積が大きくなり、これに伴って一対の導電ランド間の抵抗が小さくなるようにしてあ

る。

(請求項2記載の発明) この発明の力検出装置は、基板と操作部との間に所定の角度間隔で可変抵抗器を介在させ、各可変抵抗器の抵抗値の変化を検出することにより、操作部に作用した力の大きさと方向、又は力の分布が測定できる力検出装置であって、各可変抵抗器は、基板又は操作部のうち一方に設けられた一対の導電ランドと、他方に設けられており且つ導電性インク又は導電性塗料を付着した多数の微小突起を有した非導電性ゴム又は非導電性エラストマー製の接触抵抗発生板とから構成されており、前記接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべく操作部に力が加えられたときには、その力に応じて微小突起が押し潰されて接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触面積が大きくなり、これに伴って一対の導電ランド間の抵抗が小さくなるようにしてある。

(請求項3記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項1又は2記載の発明に関し、可変抵抗器は180°間隔で基板と操作部との間に設けられている。

(請求項4記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項1又は2記載の発明に関し、可変抵抗器は90°間隔で基板と操作部との間に設けられており、前記可変抵抗器の抵抗値の変化により、操作部に作用したX-Y軸方向の力の大きさと方向、又は力の分布が測定できるようにしてある。

(請求項5記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項1乃至4のいずれかに記載の発明に関し、操作部に力が作用していない場合には、一対の導電ランドと接触抵抗発生板とが分離しており、一対の導電ランド相互間の抵抗が無限大となっている。

(請求項6記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項1乃至5のいずれかに記載の発明に関し、可変抵抗器相互間の中央において、基板に同芯円状の二つの導電ランドを設けてスイッチ端子とし、他方、操作部のボタン部に導電ゴム面、導電エラストマー面、導電性インク面又は導電性塗料面を有するスイッチ接点となるスイッチ板を固着し、接触抵抗発生板と一対の導電ランドとを接触させるべくボタン部に力が加えられたときには、スイッチ板が同心円状の二つの導電ランドと接するようになり、二つの導電ランド相互間が閉となる。

(請求項7記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項6記載の発明に関し、可変抵抗器を構成する接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの距離と、スイッチ板と同心円状の二つの導電ランドとの距離とを相違させ、接触抵抗発生板と一対の導電ランドとの接触タイミングと、スイッチ板と同心円状の二つの導電ランドとの接触タイミングをずらしてある。

(請求項8記載の発明) この発明の力検出装置は、上記請求項1乃至7のいずれかに記載の発明に関し、操作した場合に、手にクリック感を伝えることができるように

している。

【0007】なお、上記発明の力検出装置の機能については、以下の発明の実施の形態の欄で明らかにする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、この発明を実施例として示した図面に従って説明する。

【実施形態1】図1はこの発明の力検出装置Sの断面図を示しており、図2は前記力検出装置Sを構成する基板1上の導電ランドDX1、DX2、DX3、DX4、DY1、DY2、DY3、DY4及び導電ランドDS1、DS2を示しており、図3は、前記力検出装置Sを構成する操作部2のボタン部20下面に設けられている接触抵抗発生板DGX1、DGX3、DGY1、DGY3及び、スイッチ板23を示している。

【0009】この力センサSは、図1に示すように、基板1と、前記基板1と対向配置された操作部2と、前記操作部2を基板1上で固定する固定部3とから構成されている。

【0010】基板1は、図1に示すように、薄いプリント基板により構成されており、図2に示すように上面に四つの円形状の導電ランドDX1、DX2/DX3、DX4/DY1、DY2/DY3、DY4がX-Y軸上に原点Oをから等距離で配設されていると共に、前記原点Oを中心として導電ランドDS1、DS2が配設されている。

【0011】ここで、図2に示すように、導電ランドDS2は円環状に、これの内部に形成された導電ランドDS1は円形状に、それぞれ形成され、図1に示すように、それぞれ適当な位置に端子TS1、TS2として引き出されている。

【0012】また、導電ランドDX1、DX2/DX3、DX4/DY1、DY2/DY3、DY4は図1に示すように、それぞれ適当な位置に端子TX1、TX2/TX3、TX4/TY1、TY2/TY3、TY4がとして引き出されている。

【0013】操作部2は、図1や図3に示すように、カップ状に形成されたゴム製又はエラストマー製のもので、上記導電ランドDX1、DX2/DX3、DX4/DY1、DY2/DY3、DY4及び導電ランドDS1、DS2と対向する部分に配置される平面視円形状のボタン部20と、前記導電ランドDX1、DX2/DX3、DX4/DY1、DY2/DY3、DY4を囲む態様で基板1に取り付けられる平面視円環状の取付部21と、前記ボタン部20の外周面と取付部21の上端面とを全周で繋ぐ薄肉状の変形部22と、導電ゴムで構成され且つ前記ボタン部20の導電ランドDX1、DX2/DX3、DX4/DY1、DY2/DY3、DY4との対向面に固着された接触抵抗発生板DGX1、DGX3、DGY1、DGY3と、導電ゴムで構成され且つ前記ボタン部20の導電ランドDS1、DS2との対向面に固着されたスイッチ板23とから構成されている。

【0014】ここで、前記接触抵抗発生板DGX1、DGX3、DGY1、DGY3における導電ランドDX1、DX2/D

X3, DX4/DY1, DY2/DY3, DY4との対向面は、図1に示すように、多数の微小突起 t が形成されており、ボタン部20に押し込む力又は圧力を加えたときには微小突起 t が押し潰されて接触抵抗発生板DGX1, DGX3, DGY1, DGY3の下面と導電ランドDX1, DX2/DX3, DX4/DY1, DY2/DY3, DY4との接触面積が変化するようになっている。

【0015】また、前記スイッチ23における導電ランドDS1, DS2との対向面は、図1に示すように、微小突起 t を設けることなくフラットとしてある。

【0016】固定部3は、図1に示すように、断面逆L字状に形成されている円環状のもので、横片で取付部21の上面を押さえ付けるようにしている。

【0017】次に、この実施形態の力検出装置Sの機能等について説明する。

(1)ボタン部20を指でおすと、変形部22の座屈が起こって指に軽いクリック感を伝え、接触抵抗発生板は基板1上の導電ランドに近づく。今、図4に示すように、X軸方向に力を加えて、接触抵抗発生板DGX1を基板1に押し付けるようにボタン部20を押すと、相対的に接触抵抗発生板DGX1が一番基板1に密着し、基板1上の導電ランドDX1, DX2に接することになる。接触抵抗発生板DGX1はその下面に微小突起 t を有しているので、ボタン部20を押す力の大きさに応じて接触抵抗発生板DGX1と導電ランドDX1, DX2との接触面積が変化する。よって、接触抵抗発生板DGX1と導電ランドDX1, DX2との接触抵抗RX1, RX2もボタン部20を押す力の大きさに応

*じて変化することになるが、接触抵抗発生板の表面が平坦な場合と比べ、力の大きさに応じて変化する比率が小さなものとなり、指等で操作する場合、操作がしやすいという効果が得られる。このとき、他の接触抵抗発生板DGX3, DGY1, DGY3も、ボタン部20に加える力の大きさによっては、対向する基板1上の導電ランドDX3, DX4/DY1, DY2/DY3, DY4と接することになるが、その接触抵抗は接触抵抗RX1, RX2に比べて大きなものとなる。

10 【0018】また、接触抵抗発生板DGX1の固有の抵抗を R_{dpx1} とすると、端子TX1, TX2間の合成抵抗は R_{X12} は、 $R_{X12} = R_{X1} + R_{dpx1} + R_{X2}$ となる。但し、ボタン部20を押していないときは、接触抵抗発生板DGX1は導電ランドDX1, DX2と接していないので、 R_{X12} は無有限大である。

(2)Y軸方向のボタン部20を押す力についても、対称性より同様のことが言える。したがって、他の端子TX3, TX4相互間の合成抵抗 R_{X34} 、端子TY1, TY2相互間の合成抵抗 R_{Y12} 、端子TY3, TY4相互間の合成抵抗 R_{Y34} は、ボタン部20を押す力の方向と大きさに応じて無有限大より変化することになる。

(3)次に、図5に示すように、X-Y軸に対して均一にボタン部20を押すと、対称性により合成抵抗 R_{X12} , R_{X34} , R_{Y12} , R_{Y34} はほぼ等しく変化する。

(4)上記した(1)~(3)をまとめると表1のようになる。

【0019】

【表1】

	各端子間の抵抗				TS1 TS2
	RX12	RX34	RY12	RY34	
X軸+方向の力	+				
X軸-方向の力		+			
Y軸+方向の力			+		
Y軸-方向の力				+	
X Y軸均一に押す力	+	+	+	+	閉

(+)は抵抗値が大きく変化することを示す。

【0020】(5)また、ボタン部20をX-Y軸に対して均一に押したときは、スイッチ板23が導電ランドDS1, DS2に接触する。前記スイッチ板23の表面はフラットとしてあるからスイッチ板23と導電ランドDS1, DS2との接触抵抗は小さく、端子TS1, TS2相互間は電氣的に閉となり、スイッチと同等の機能をするようになる。なお、ボタン部20をX-Y軸に対して不均一に押したときは、押した力の大きさや接触抵抗発生板DGX1, DGX3, DGY1, DGY3及びスイッチ板23の変形具合に左右されるので、端子TS1, TS2間の開閉を断定するのは困難である。

(6)以上を回路的に表現すると図6のようになる。ま

た、図7はこの発明の実施形態の応用回路(同図中、符号 r は固定抵抗)である。図7の回路中、電圧 V_{X1} , V_{X3} , V_{Y1} , V_{Y3} を測定し、 $(V_{X1} - V_{X3})$ 及び $(V_{Y1} - V_{Y3})$ を適当な方法で演算すれば、X-Y軸方向の力を検出でき、更に、 $(V_{X1} + V_{X3} + V_{Y1} + V_{Y3})$ を演算すれば、Z軸方向の力を検出できる。また、例えば、ジョイスティックに応用すれば、操作しない場合において合成抵抗 R_{X12} , R_{X34} , R_{Y12} , R_{Y34} は無有限大なので、電流は流れることなく省電力に優れている。

(7)図8は次の応用回路(同図中、符号 r は固定抵抗)である。なお、 V_X , V_Y は、ボタン部20に加わるX-Y軸の力の大きさと方向を示す。

(8)上記した基板1上の導電ランドDx1, Dx2等は図9に示すように、歯状にすることができる。

(9)上記実施形態の接触抵抗発生板DGx1, DGx3, DGY1, DGY3及びスイッチ板23は導電性ゴムにより構成してあるが、これに限定されることなく導電性エラストマーにより構成してもよく、さらには、非導電性ゴムやエラストマーに導電性インクや導電性塗料を印刷等して構成してもよい。図1の端子間の合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34は接触抵抗発生板の導電性ゴム又は導電性エラストマーの抵抗率、材質、硬度、表面形態を

変更することにより調整できる。

(10)基板1上の導電ランドDx1, Dx2/Dx3, Dx4/DY1, DY2/DY3, DY4及び導電ランドDs1, Ds2は必要なものだけ配置すればよい。例えば、導電ランドDx1, Dx2/Dx3, Dx4だけ配置すればX方向だけの力の向きで大きさを検出できる。また、八方向に力の方向を検出したい場合には、図10に示すように、基板1上において各検出方向1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8のラインを挟み込むようにして導電ランドD11, D12/D21, D22/D81, D82を配置させ、他方、図11に示すように、ボタン部20の下面において各検出方向1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8のライン上であってD11, D12/D21, D22/D81, D82と対応するDG1, DG2/DG8を配置すればよい。

(11)図1に示した力検出装置Sにおいて、ボタン部20のスイッチ板23と、接触抵抗発生板DGx1, DGx3, DGY1, DGY3との高さを変えること及びゴムの弾性変形とを利用して、スイッチが閉となるタイミングと、前記接触抵抗発生板DGx1, DGx3, DGY1, DGY3と導電ランドDx1, Dx2/Dx3, Dx4/DY1, DY2/DY3, DY4間の合成抵抗が変化するタイミングとを相対的に変えることができる。例えば、図12に示すように、スイッチ板23を導電ランドDx1等に比べて少し突出(符号Δhで示す)させておけば、ボタン部20をX-Y方向に均等に押した場合、先にスイッチが閉となり、さらにボタン部20を押し込んでいくと、ボタン部20を押す力の大きさと方向に応じて合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34が変化するようになる。逆に、導電ランドDx1等をスイッチ板23に比べて少し突出させておけば、先に合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34が変化し、その後スイッチが閉となる。

(12)図1に示した力検出装置Sにおいて、図13に示すように、操作部2とスイッチ板23とを硬度の大きいゴム(又はエラストマー)で一体成形すると共に前記スイッチ板23の接点面に導電性インクICを印刷し、他方、接触抵抗発生板DGx1, DGx3, DGY1, DGY3を硬度の低いゴム(又はエラストマー)で構成し、同図中の符号aで示された寸法を符号bで示された寸法よりも小さく設定する。この図13に示す力検出装置Sは以下のように機能する。スイッチ板23は硬いためボタン部20を押しても

あまり変形しないので、導電性インクICの面が導電ランドDs1, Ds2と全面的に接触するようにボタン部20を押さないと端子Ts1, Ts2間は閉とならない。ここで、導電性インクICの面が導電ランドDs1, Ds2と全面的に接触するようにボタン部20を押し込んで端子Ts1, Ts2間を閉にした状態では、寸法a<寸法bの関係から、接触抵抗発生板DGx1, DGx3, DGY1, DGY3は導電ランドDx1, Dx2/Dx3, Dx4/DY1, DY2/DY3, DY4と非接触であるから、合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34は無有限大である。前記合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34の抵抗値を変化させるには、ボタン20を傾けて押し込めばよい。この場合、導電性インクICの面が導電ランドDs1, Ds2の両方と接触しないので、端子Ts1, Ts2間は閉にはならない。つまり、この図13に示された力検出装置Sは、スイッチの閉と合成抵抗RX12, RX34, RY12, RY34との変化が同時に起こることとはない。このような機能を有する力検出装置Sは用途によっては非常に有用である。なお、この発明の実施形態の力検出装置Sを用いれば、力の分布についても測定できる。この発明の実施形態の力検出装置Sは操作軸を必要としないから薄型であり、また、高価で貼り付け作業が困難な歪みゲージを使用しないから安価になる。

【0021】

【発明の効果】この発明は上記のような構成であるから次の効果を有する。発明の実施形態の欄の説明から明らかなように、安価で且つ薄型の力検出装置を提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態の力検出装置の断面図。

【図2】前記力検出装置を構成する基板に形成される導電ランドの平面図。

【図3】前記力検出装置を構成するボタン部に形成される接触抵抗発生板及びスイッチ板の平面図。

【図4】前記力検出装置のボタン部に力を作用させたときの断面図。

【図5】前記力検出装置のボタン部に力を作用させたときの断面図。

【図6】可変抵抗器と端子を電気回路的に表現した図。

【図7】この実施形態で採用できる応用回路の図。

【図8】この実施形態で採用できる他の応用回路の図。

【図9】前記力検出装置を構成する基板上の導電ランドと端子の平面図。

【図10】八方向の力を検出するときに使用される基板上の導電ランドの平面図。

【図11】八方向の力を検出するときに使用されるボタン部の接触抵抗発生板及びスイッチ板の平面図。

【図12】他の実施形態の力検出装置の断面図。

【図13】他の実施形態の力検出装置の断面図。

【図14】先行技術の力検出装置の外観斜視図。

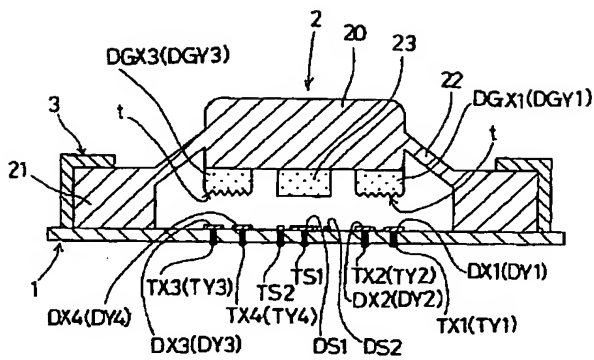
【符号の説明】

D 導電ランド
 t 微小突起
 1 基板
 2 操作部
 3 固定部
 23 スイッチ板
 TX1 端子
 TX1 端子
 TX2 端子
 TX3 端子
 TX4 端子
 TY1 端子
 TY2 端子
 TY3 端子
 TY4 端子
 TS1 端子

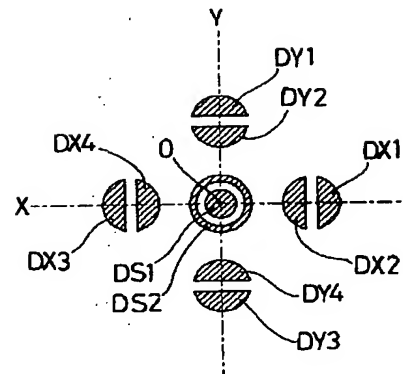
* TS2 端子
 DGX1 接触抵抗発生板
 DGX3 接触抵抗発生板
 DGY1 接触抵抗発生板
 DGY3 接触抵抗発生板
 DX1 導電ランド
 DX2 導電ランド
 DX3 導電ランド
 DX4 導電ランド
 10 DY1 導電ランド
 DY2 導電ランド
 DY3 導電ランド
 DY4 導電ランド
 DS1 導電ランド
 DS2 導電ランド

*

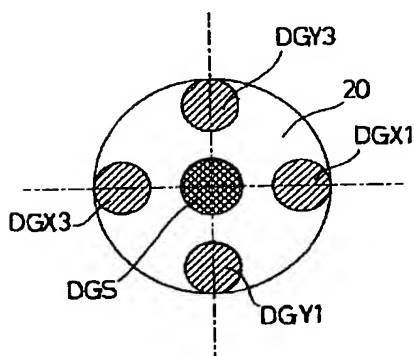
【図1】



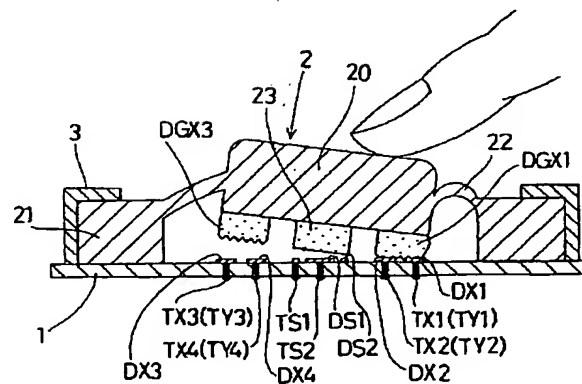
【図2】



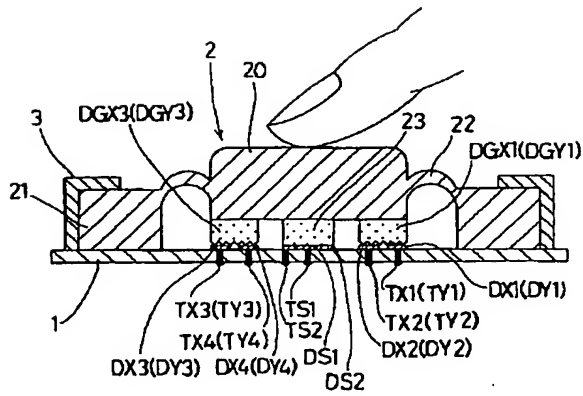
【図3】



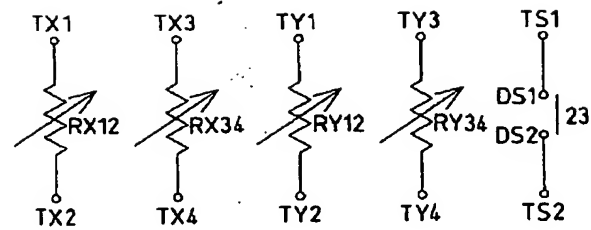
【図4】



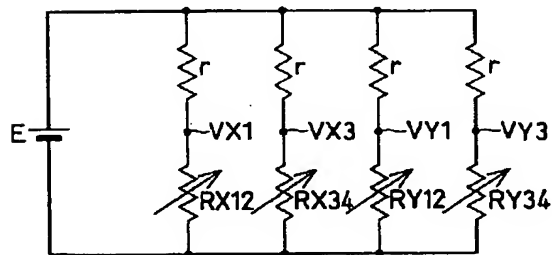
【図5】



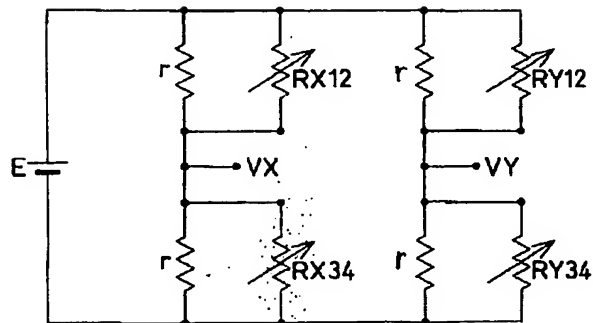
【図6】



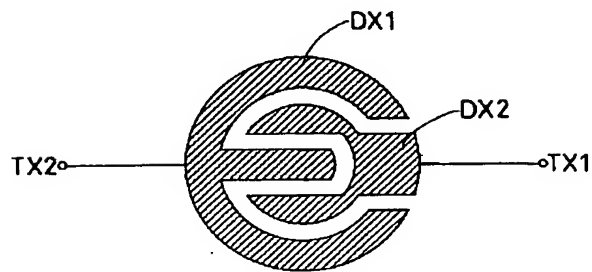
【図7】



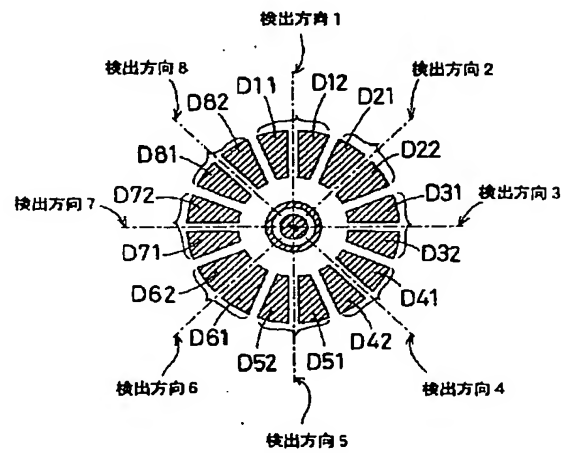
【図8】



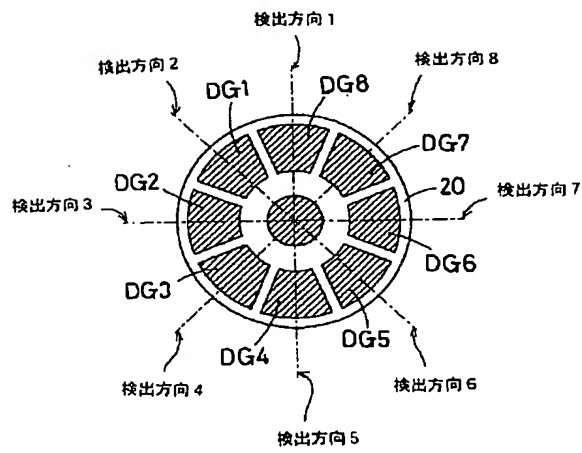
【図9】



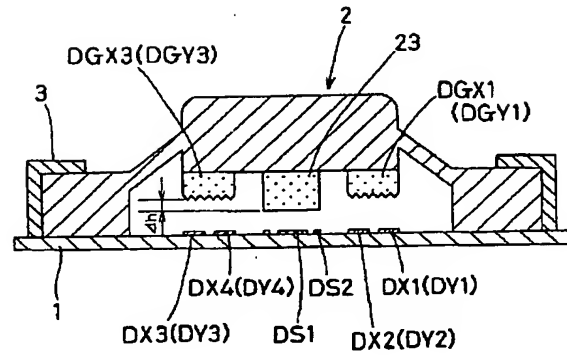
【図10】



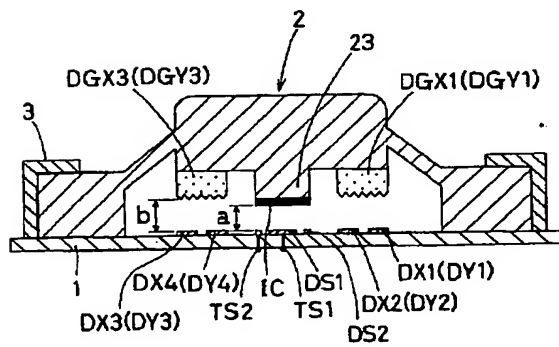
〔図11〕



〔図12〕



〔図13〕



〔図14〕

